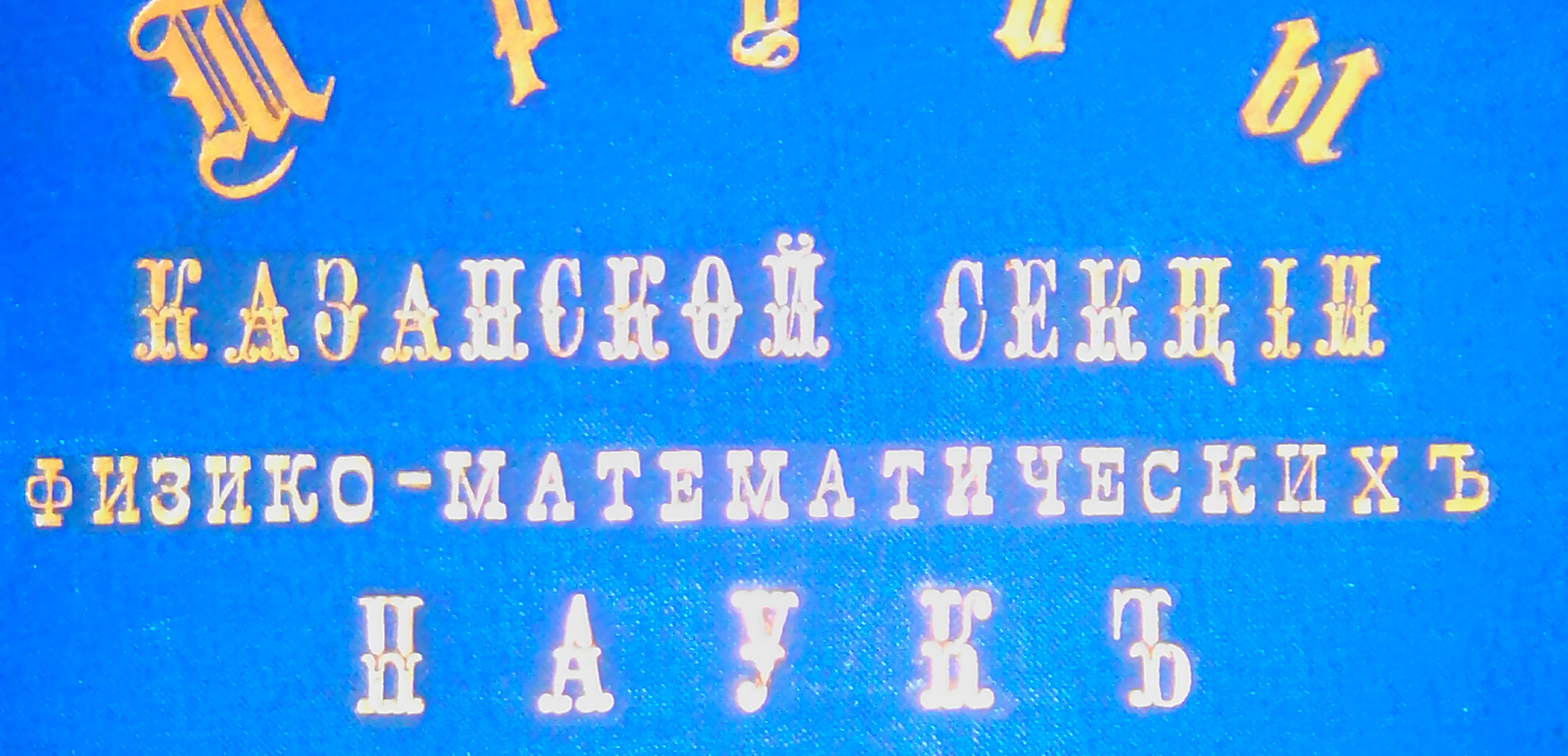

Труды
Казанской Секціи
Физико-Математическихъ
Наукъ

# СОБРАНІЕ
# ПРОТОКОЛОВЪ ЗАСѢДАНІЙ

## СЕКЦІИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХЪ НАУКЪ

## ОБЩЕСТВА ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ

ПРИ

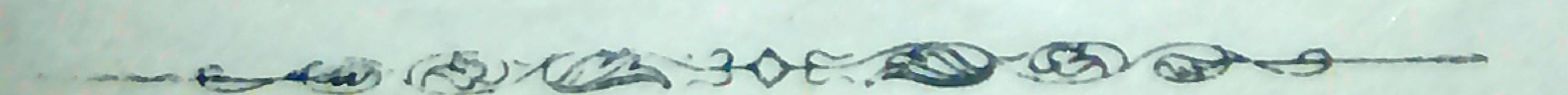
## ИМПЕРАТОРСКОМЪ КАЗАНСКОМЪ УНИВЕРСИТЕТѢ.

**Томъ 1-й.**

Засѣданія I—XXVIII.

**Съ Апрѣля 1880 по Май 1883 года.**



КАЗАНЬ.
Типографія Императорскаго Университета.
1883.

# СОДЕРЖАНІЕ 1-го ТОМА.

*Засѣданіе 9-е*: a) сообщеніе *Д. Л. Адамантова* касательно исторіи геометріи; b) сообщеніе *Р. А. Колли* о существованіи пондеро-электрокинетической части энергіи электромагнитнаго поля; c) сообщеніе студ. *Пактовскаго* о вліяніи намагничиванія на электропроводимость жидкостей.

*Засѣданіе 10-е*: сообщеніе *Е. Н. Шебуева* о принципѣ Гамильтона и уравненіяхъ динамики.

*Засѣданіе 11-е*: a) отчетъ за 1-ый годъ; b) выборы администраціи секціи.

*Засѣданіе 12-е*: сообщеніе *В. П. Максимовича* объ интерполированіи неявныхъ функцій и вычисленіи корней (см. послѣ засѣд. 19-го).

*Засѣданіе 13-е*: сообщеніе *Ѳ. М. Суворова* о приложеніяхъ формулъ геометріи Лобачевскаго.

*Засѣданіе 14-е*: a) замѣтки *М. М. Мальцева* о нѣкоторыхъ пріемахъ преподаванія; b) сообщеніе *А. П. Орлова* о трисекціи угловъ.

*Засѣданіе 15-е*: сообщеніе *Ѳ. М. Цомакіона* о новомъ способѣ проэктированія свѣтовыхъ явленій.

*Засѣданіе 16-е*: a) сообщеніе *А. К. Жбиковскаго* о геометрич. построеніяхъ, относящихся къ пирамидѣ Хеопса; b) заявленіе *А. В. Васильева* о семи новыхъ книгахъ.

*Засѣданія 17-е* и *18-е*: сообщенія *П. С. Порѣцкаго* о рѣшеніи логическихъ равенствъ и объ обратномъ способѣ логики.

*Засѣданіе 19-е*: a) чтеніе отчета; b) выборы администраціи; c) сообщеніе *А. В. Васильева* о кватерніонахъ.

*Засѣданіе 20-е*: сообщенія *А. В. Васильева* о своей заграничной поѣздкѣ и по поводу смерти Ліувилля.

*Засѣданіе 21-е*: a) сообщенія *Р. А. Колли* о своей заграничной поѣздкѣ и о гальваническомъ сопротивленіи селена; b) назначеніе коммисіи для просмотра перевода сочин. Петерсена.

*Засѣданіе 22-е:* a) сообщеніе *А. П. Орлова* о брошюрѣ Арнольда; b) сообщеніе *В. П. Максимовича* объ интегрированіи помощію производныхъ отрицательнаго порядка; c) постановленіе объ изданіи библіограф. листка.

*Засѣданіе 23-е:* a) и b) сообщенія *И. А. Бодуэнъ-де-Куртенэ* и *В. А. Богородицкаго* по поводу говорильной машины Фабера; c) 1-й № библіограф. листка.

*Засѣданіе 24-е:* a) сообщеніе *В. П. Максимовича* о доказательствѣ существованія корня всякаго алгебр. уравненія; b) сообщеніе А. *П. Орлова* о значеніи геометр. черченія; c) постановленіе объ изданіи перевода рѣчи Бертрана „Габріель Ламе“.

*Засѣданіе 25-е:* a) сообщеніе студ. *Кларка* о теоремахъ Лагерра и Мясоѣдова; b) демостририрование коллекціи математ. моделей.

*Засѣданіе 26-е:* a) сообщеніе *Ѳ. М. Цомакіона* о сгущеніи газовъ; b) сообщеніе *Р. А. Колли* о сочин. ф. д. Вальса; c) 2-й № библіогр. листка

*Засѣданіе 27-е:* a) чтеніе отчета; b) выборы администраціи; c) текущія дѣла; d) сообщеніе *В. В. Преображенскаго* объ общей формулѣ производной *n*-го порядка неявной функціи; e) сообщеніе *И. А. Износкова* объ А. Ѳ. Поповѣ; f) полный списокъ сочиненій А. Ѳ. Попова.

*Засѣданіе 28-е:* a) сообщеніе *И. С. Громеки* о движеніи жидкостей въ упругихъ трубкахъ; b) сообщеніе *В. Г. Имшенецкаго* объ А. Ѳ. Поповѣ; c) 3-й № Библіогр. Листка.

Отчеты за 1-й, 2-й и 3-й годы.

---

# ПРОТОКОЛЪ

## ДВАДЦАТЬ ТРЕТЬЯГО ЗАСѢДАНІЯ

## СЕКЦІИ ФИЗИКО-МАТЕМАТИЧЕСКИХЪ НАУКЪ

### ОБЩЕСТВА ЕСТЕСТВОИСПЫТАТЕЛЕЙ ПРИ ИМПЕРАТОРСКОМЪ КАЗАНСКОМЪ УНИВЕРСИТЕТѢ.

**20 января 1883 года.**

По желанію нѣкоторыхъ изъ гг. членовъ секціи, засѣданіе это было спеціально предназначено для демонстрированія *говорящей машины г. Фабера*, демонстрированія, соединеннаго съ историческими и научными объясненіями, которыя благосклонно приняли на себя профессоръ *И. А. Бодуэнъ-де-Куртенэ* и приватъ-доцентъ *В. А. Богородицкій.*

По предварительному соглашенію съ г. Фаберомъ и его супругой, управляющей машиной, секція обязалась уплатить г. Фаберу за это засѣданіе 25 рублей. Означенную сумму предположено было собрать съ лицъ, присутствовавшихъ въ засѣданіи, и съ этою цѣлью съ каждаго, входящаго въ залъ засѣданія, было взымаемо по 25 коп. Однако, такимъ путемъ было собрано только 21 рубль. Недостающіе 4 рубля отнесены на счетъ секціи.

Сообщенія И. А. Бодуэнъ-де-Куртенэ и В. А. Богородицкаго печатаются въ видѣ особыхъ приложеній къ настоящему протоколу. Къ этому-же протоколу прилагается № 1-й „Библіографическаго листка“.

Вице-предсѣдатель секціи *Ѳ. Суворовъ.*

Секретарь секціи *П. Порѣцкій.*

Печатано по опредѣленію Общества Естествоиспытателей при Императорскомъ Казанскомъ Университетѣ.

Президентъ *А Штукенбергъ.*

Казань. Типографія Университета. 1883 года.

# КРАТКІЯ ИСТОРИЧЕСКІЯ СВѢДѢНІЯ,

## КАСАЮЩІЯСЯ

# ГОВОРЯЩЕЙ МАШИНЫ ФАБЕРА.

(Сообщеніе, сдѣланное 20 января 1883 г. въ засѣданіи физико-математической секціи Общества Естествоиспытателей при Императорском Казанском Университетѣ профессором **И. А. Бодуэн-де-Куртенэ**).

Трудно сказать, когда впервые возникла мысль подражать человѣческому голосу с помощью механических приспособленій. Осуществлена же была эта мысль в первый раз во второй половинѣ XVIII-го столѣтія.

Вѣнскій ученый Кемпелен (Wolfgang von Kempelen, умер. 1804), начавшій свои изслѣдованія звуков языка в 1769 г., изобрѣл 1778 г. снаряд, с помощью котораго мог воспроизводить гласные *a*, *o*, *u* (*у*), невнятное *e* (*э*), изъ согласных же—*p* (*п*), *m* (*м*), *l* (*л*), *s* (*с*), *š* (*ш*), *r* (*р*)... Согласных *f* (*ф*), *b* (*б*), *k*, *t* (*т*) он не мог воспроизвести с помощью своего снаряда. Снаряд этот, описанный самим Кемпеленом в его сочиненіи [1]) „Der Mechanismus der menschlichen Sprache nebst Beschreibung einer sprechenden Maschine von

[1]) Книга эта чрезвычайно рѣдка. Коротенькое описаніе и графическое изображеніе названнаго снаряда Кемпелена можно найти, между прочим, в книгѣ «Sprache und Ohr. Akustisch-physiol. u. patholog. Studien von Dr. Oscar *Wolf*. Braunschweig 1871», стр. 64—67.

Wolfgang v. *Kempelen* (Wien 1791), был несравненно проще говорящей машины Фабера.

Великую заслугу Кемпелена составляет то, что он первый доказал возможность устройства говорящих машин.

Одновременно с Кемпеленом, но совершенно независимо от него, проф. Краценштейну (Kratzenstein) в Копенгагенѣ [1]) удалось воспроизвести механическими средствами так называемые 5 „основных гласных“: *a, e, i, o, u*. Снаряд Краценштейна состоял из колеблющагося металлическаго язычка и из различных надставных труб.

Затѣм, в 1828 г. у часовых дѣл мастера *Lieder'a* в Берлинѣ можно было видѣть говорящую машину, приготовленную, по образцу машины Кемпелена, моделировщиком (Modelleur) Posch'ем. По предложенію Дю Буа Реймонда старшаго, А. Гумбольдт рекомендовал прусскому королю пріобрѣсти эту машину для Королевской Кунсткамеры в Берлинѣ.

Англійскій ученый Charles *Wheatstone* построил 1837 г. говорящую машину, воспроизводившую значительную часть звуков человѣческой рѣчи, из которых можно было составлять такія, напримѣр, звуковыя сочетанія, как французское предложеніе „Je vous aime de tout mon coeur“, или же „латинскія“ слова „Leopoldus secundus Romanorum imperator“. Машина эта могла будто бы отлично произносить слова „латинскія“, италіянскія и французскія, но нѣмецкія слова ей как то не удавались.

---

[1]) Tentamen resolvendi problema ab academia scientiarum Petropolitana ad annum 1780 publice propositum: 1. Qualis sit natura et character sonorum litterarum vocalium *a, e, i, o, u* tam insigniter inter se diversorum. 2. Annon construi queant instrumenta ordini tuborum organicorum, sub termino vocis humanae noto similia, quae litterarum vocalium *a, e, i, o, u* sonos exprimant. Petropoli, 1781.

Теперь перехожу к говорящей машинѣ Фабера, являющейся лучшею в своем родѣ.

Ея изобрѣтатель, Іосиф Фабер (Joseph Faber) родился в Ригель (Rigel или Riegel?) близь Фрейбурга (Freiburg) в Брейзгау (Breisgau), но жил главным образом в Вѣнѣ, сначала как студент, а затѣм как профессор и, наконец, как счетчик (Calculator) при тріангуляціонном бюро (Triangulationsbureau). Кажется, еще будучи студентом, Іосиф Фабер прочитал книгу Кемпелена и, стремясь к дальнѣйшему развитію его идей, задумал план своей машины. Показывать же ее публично он стал только в тридцатых годах; в Германіи 1839 г. или же еще раньше. В бытность Фабера в Берлинѣ 1842 г. Дю Буа Реймон (Du Bois Reymond) старшій, отец современнаго нам берлинскаго физіолога, торговал эту машину для Королевскаго Музея; но Фабер заявил, что даже за 20,000 гульденов он не может отдать плод усиленных занятій и опытов в теченіе 16-ти лѣт своей жизни. Точно также он отказался приготовить для Берлина другой экземпляр своей машины по уже имѣвшемуся образцу. Затѣм эту машину торговали в Венгріи, в Англіи и т. д., но ни сам Фабер, ни послѣ его наслѣдники не соглашались на предлагаемыя им цѣны. Между прочим, какой то богатый англичанин, увлекшись говорящею машиной и желая ее усовершенствовать, предлагал наслѣдникам Фабера 5000 фунтов стерлингов. Так по крайней мѣрѣ утверждают сами наслѣдники.

Послѣ смерти изобрѣтателя, говорящая машина Фабера досталась его племяннику, тоже Іосифу Фаберу, родившемуся в Вѣнѣ 1839 г. Жена молодаго г. Фабера, чешка по происхожденію, а сѣверо-американка по воспитанію, является главным лицем на представленіях с говорящею машиной, приводя ее в дѣйствіе с помощью рук и ног. В насто-

ящее время супруги Фабер живут уже нѣсколько мѣсяцев в Казани.

Вмѣстѣ с своими владѣльцами, говорящая машина Фабера нѣсколько раз совершала путешествіе из Европы в Америку и обратно, была почти во всѣх странах цивилизованнаго міра, в Средиземном морѣ испытала кораблекрушеніе, но была спасена. В Россію супруги Фабер явились теперь во второй раз.

Теперешній владѣлец говорящей машины, механик по призванію, сдѣлал в ней нѣкоторыя усовершенствованія, но сдѣлал их путем чисто эмпирическим, не вникая в теоретическую сторону относящихся сюда вопросов. Впрочем, как человѣк не ученый и принужденный эксплоатировать машину для пріобрѣтенія средств к своему существованію, он, конечно, не в состояніи сосредоточиться и найти досуг, необходимый для всесторонняго усовершенствованія этого, если не геніальнаго, то по крайней мѣрѣ в высшей степени остроумнаго изобрѣтенія его покойнаго дяди.

Уже послѣ появленія машины Фабера, носились, как говорит Дю Буа Реймон, в 1853 г. слухи о говорящей машинѣ механика Вармгольца (Warmholz), умершаго в Эйслебен (Eisleben), родном городѣ Лютера. Но я напрасно искал свѣдѣній об устройствѣ и судьбах этой машины.

Болѣе или менѣе точныя и подробныя данныя о машинѣ Фабера и других говорящих машинах можно найти, между прочим, в слѣдующих сочиненіях:

1) Ernst *Brücke:* Grundzüge der Physiologie und Systematik der Sprachlaute für Linguisten und Taubstummenlehrer. Wien 1856.—Zweite Auflage: Wien. 1876.

2) Antonio *De la Calle*: La Glossologie. Essai sur la science expérimentale du langage. Paris. 1881.—Не совсѣм

вѣрныя сообщенія. Так напр. теперешній владѣлец машины считается здѣсь ея изобрѣтателем.

3) F. H. *du Bois - Reymond:* Kadmus oder Allgemeine Alphabetik. Berlin. 1862.

4) *Poggendorff*'s Annalen der Physik und Chemie, 1843, Bd. 58, pg. 175.

5) Dr. F. *Techmer:* Phonetik. Zur vergleichenden Physiologie der Stimme und Sprache. Leipzig. 1880.

6) Prof. G. *Valentin*: Lehrbuch der Physiologie des Menschen für Aerzte und Studirende. 2. Aufl. 1847—50. II. Bd. I. Abthl. pg. 419.

7) Dr. Oskar *Wolf*: Sprache und Ohr. Akustisch-physiologische und pathologische Studien. Braunschweig. 1871.

8) Проф. Ѳ. *Ландцертъ:* Объ органахъ голоса и рѣчи публичная лекція читанная 22-го февраля 1879 г. и т. д. С.-Петербургъ. 1879.—Машина Фабера описана здѣсь приблизительно и далеко не точно.

9) *Дю Монсель:* Телефонъ, микрофонъ и фонографъ. Перевели со 2 - го французскаго изданія Ф. Павленковъ и В. Черкасовъ. С.-Петербургъ. 1880.

**И. Водуэн-де-Куртенэ.**

# НѢСКОЛЬКО СЛОВЪ ПО ПОВОДУ
# ГОВОРЯЩЕЙ МАШИНЫ ФАБЕРА.

(Сообщеніе, сдѣланное 20 января 1883 г. въ засѣданіи физико-математической секціи Общества Естествоиспытателей при Императорскомъ Казанскомъ университетѣ приватъ-доцентомъ **В. А. Богородицкимъ**).

Предварительно сдѣлаю краткій обзоръ *акустической стороны произношенія.*

Когда мы говоримъ, то происходитъ колебаніе воздуха. Колебаніе, сообщившись слуховому нерву, дойдя до мозга, становится звукомъ. Какимъ образомъ движеніе нервной матеріи можетъ возбудить *ощущеніе* звука,—это тайна, которую мы не можемъ постигнуть.

Когда по воздуху проходитъ рядъ звуковыхъ волнъ, то въ одномъ случаѣ мы получаемъ ощущеніе *музыкальнаго звука*, а въ другомъ - ощущеніе *шума*. Ощущеніе музыкальнаго звука получается отъ достаточно быстрыхъ *періодическихъ* (правильныхъ, ритмическихъ) движеній, а ощущеніе шума происходитъ отъ движеній *непеpioдическихъ*. *Гласные* звуки—музыкальные звуки, *согласные* же характеризуются шумомъ.

*Сила звука* зависитъ отъ амплитуды колебаній; *высота тона* обусловливается частотою колебаній.

Произнесемъ звукъ **а**, не измѣняя высоты тона, начавши громкимъ голосомъ и постепенно стихая (diminuendo):

>
**а...а**

это значитъ, что быстрота вибрацій голосовыхъ связокъ сохраняется при этомъ одна и та же, амплитуда же качанія ихъ, вначалѣ бо́льшая, потомъ постепенно уменьшается. Если теперь мы будемъ произносить звукъ **а** въ одномъ и томъ же тонѣ, постепенно усиливая голосъ (crescendo)—

<

а...а,

то это значитъ, что, при одной и той же быстротѣ вибрацій голосовыхъ связокъ, ширина ихъ качанія постепенно увеличивается. Вслушиваясь въ произношеніе, напр., слова

па́пӑ,

мы замѣчаемъ, что ударенный слогъ сильнѣе или громче неударепнаго. Съ точки зрѣнія акустической, это значитъ, что при произнесеніи ударепнаго слога амплитуда колебанія воздушныхъ частицъ бо́льшая, нежели при произнесеніи неударепнаго слога того же слова.

Наблюдая нашу рѣчь, мы замѣчаемъ, что въ ней мѣняется не только сила, но и высота произношенія. Это особенно легко наблюдать, когда разговариваютъ въ сосѣдней комнатѣ такъ, что самыхъ слов мы не слышимъ, а замѣчаемъ только измѣненіе высоты тона. Измѣненіе высоты произношенія Г е л ь м г о л ь ц ъ представилъ нотами на двух предложеніяхъ—повѣствовательномъ и вопросительномъ: Ich bin spatzieren gegangen; Bist du spatzieren gegangen? *) Л. М а з и н г ъ положилъ на ноты произношеніе словъ сербскаго языка, отличающагося, какъ извѣстно, пѣвучестью **). Въ области русскаго языка такія изслѣдованія вовсе еще

---

*) Ученіе о слуховыхъ ощущеніяхъ какъ физіологическая основа для теоріи музыки. Переводъ съ третьяго нѣм. изданія (1875) стр. 339.

**) Die Hauptformen des Serbisch-Chorwatischen Accents etc. (1876).

не производились, а между тѣмъ въ этомъ направленіи можно было бы предпринять цѣлый рядъ интересныхъ наблюденій.

Голосовыя связки имѣютъ различную длину у дѣтей и взрослыхъ, у мущинъ и женщинъ. Голосовыя связки женщины короче, нежели голосовыя связки мущины, а потому женская гортань производитъ болѣе высокіе тоны; самыя короткія связки у дѣтей, которыя и имѣютъ наиболѣе высокій голосъ. У одного и того же индивидуума высота голоса измѣняется чрезъ измѣненіе натяженія голосовыхъ связокъ; чѣмъ больше натянуты голосовыя связки, тѣм быстрѣе онѣ вибрируютъ и, слѣд., тѣмъ выше ихъ тонъ.

Весьма разнообразными опытами доказывается, что натянутая струна, вибрируя какъ одно цѣлое, въ то же время дѣлится на большее или меньшее число равныхъ частей, изъ которыхъ, каждая вибрируетъ какъ самостоятельная струна. Вибраціи частей струны производятъ, разумѣется, высшіе тоны (называемые *обертонами* или *верхними тонами*, а также *гармоническими тонами*) въ сравненіи съ тономъ цѣлой струны или *основнымъ*. Верхніе тоны смѣшиваются съ основным тономъ и ихъ соединеніе производитъ то, что называютъ *тембромъ* или *звуковымъ оттѣнкомъ*. — Если мы будемъ держать звучащій камертонъ надъ отверстіемъ сосуда, въ который мы можемъ подливать воду и отливать ее и такимъ образомъ измѣнять высоту столба воздуха въ сосудѣ, то легко замѣтимъ, что звукъ камертона достигаетъ своей наибольшей силы только при извѣстной высотѣ воздушнаго столба, именно— когда колебаніе воздуха въ сосудѣ гармонируетъ (совпадаетъ) съ качаніемъ ножекъ камертона. Такое усиленіе звука называется *резонансомъ*.

Наблюдая надъ произношеніемъ гласныхъ, можно замѣтить, что при разныхъ гласныхъ полость рта имѣетъ разное уложеніе, а вслѣдствіе этого заключающаяся въ ней воздушная масса получаетъ разную настройку. Какимъ же способомъ находить тѣ тоны, въ которыхъ настроена воздушная масса полостей, лежащихъ надъ гортанью, при разныхъ гласныхъ? Тѣмъ же способомъ, которымъ опредѣляютъ настройку и другихъ воздушныхъ средъ; а именно, берутъ камертоны различной высоты тона, ударяютъ ихъ и подносятъ поочередно къ отверстію рта, имѣющаго уложеніе, свойственное изслѣдуемому гласному звуку; при этомъ тонъ того камертона, который соотвѣствуетъ основному тону заключенной въ полости рта массы воздуха, будетъ имѣть наибольшій резонансъ. Подобные опыты дали возможность Гельмгольцу выразить нотами резонансъ полости рта при различныхъ гласныхъ нѣмецкаго языка *). Настройка воздушной среды полостей, лежащихъ над гортанью и играющихъ роль надставной трубы, уже довольно значительно измѣняется при малыхъ измѣненіяхъ въ оттѣнкѣ гласнаго звука, какъ это, напр., встрѣчается въ различныхъ нарѣчіяхъ и говорахъ одного и того же языка. Поэтому Гельмгольцъ совѣтуетъ лингвистамъ, желающимъ опредѣлить гласные различныхъ языковъ, опредѣлить *высоту тона сильнѣйшаго резонанса* для уложеній полости рта, свойственныхъ гласнымъ даннаго говора или языка. Русскому лингвисту, который бы пожелалъ съ этой точки зрѣнія изслѣдовать гласные звуки русской рѣчи, можно посовѣтовать отправиться для такихъ изслѣдованій въ лабораторію Гельмгольца.

Для уясненія происхожденія гласных звуков мы должны обратить вниманіе не только на настройку воздушной среды глотки и рта, но и на голосовыя связки. Голосовыя связ-

---

*) Ук. соч. стр. 154.

ки, вибрируя какъ цѣлыя и своими частями, издаютъ основной тонъ, соединяющійся съ верхними гармоническими тонами; изъ гармоническихъ тоновъ тѣ, которые болѣе приближаются къ настройкѣ воздушной массы полости рта, болѣе усиливаются (резонируются); остальные же верхніе тоны, чѣмъ менѣе они соотвѣствуютъ настройкѣ воздушной среды, тѣмъ болѣе бываютъ заглушены (ослаблены) *). Слѣдовательно, звуки гласныхъ отличаются существенно отъ звуковъ большей части музыкальныхъ инструментовъ тѣмъ, что *сила ихъ верхнихъ тоновъ зависитъ не отъ ихъ числа по порядку, а отъ ихъ абсолютной высоты*.

Итакъ, различіе гласныхъ звуковъ сводится къ различному резонансу обертоновъ голосовыхъ связокъ, различные гласные представляютъ соединеніе основнаго тона и обертоновъ голосовыхъ связокъ различной силы; словомъ, различіе гласныхъ сводится къ различію тембра.

Кто желаетъ подробно ознакомиться съ *теоріею гласныхъ* Гельмгольца, которую я изложилъ весьма коротко, см. его ук. соч. стр. 145 — 160. Дальнѣйшую разработку теоріи гласныхъ звуковъ продолжалъ Ауэрбахъ (см. *Grützner* Physiologie der Stimme und Sprache въ Hermann's Handb. der Physiol. II a (1879) стр. 177 сл). Кромѣ того, см. *Poggendorff's* Annalen CLIV (1875), 272 294, 522—552.

*Различія согласныхъ звуковъ* поддаются анализу гораздо труднѣе, нежели тембръ гласныхъ. Хотя мы и можемъ указать, при какомъ положеніи органовъ произношенія происходятъ согласные звуки, однако мы еще не въ состояніи точно опредѣлить, какія вслѣдствіе этого происходятъ различія въ движеніи воздуха.

---

*) Посредствомъ *резонаторовъ* довольно явственно воспринимаются первые шесть или восемь верхнихъ тоновъ, но въ разнообразной силѣ смотря по гласному.

Когда наука показала, какимъ образомъ происходитъ наше произношеніе, когда она такимъ образомъ сдѣлала *анализъ* произношенію, естественно является попытка человѣческаго ума сдѣлать искуственный *синтезъ* изъ элементовъ, на которые было разложено наше произношеніе, и убѣдиться, дѣйствительно ли получится такимъ путемъ настоящая рѣчь? Таковъ смыслъ *говорящей машины* Фабера.

Эта говорящая машина устроена по образцу нашего органа рѣчи. Человѣческій органъ рѣчи можетъ быть раздѣленъ на три части:

а) Дыхательный аппаратъ.

б) Гортань.

в) Полости, лежащія надъ гортанью—глотка, полость рта и полость носа.

Въ говорящей машинѣ дыхательный аппаратъ замѣняютъ мѣхи, которыми производится необходимый для произношенія токъ воздуха. Роль гортани играетъ „язычковая трубка". Подобно человѣческому органу рѣчи, говорящая машина имѣетъ полость рта съ органами произношенія—языкомъ и губами, и полость носа. У человѣка движенія органовъ произношенія совершаются подъ вліяніемъ импульсовъ, которые посылаются изъ головнаго мозга центрами произношенія черезъ посредство нервовъ къ соотвѣтствующимъ мышцамъ; въ говорящей машинѣ Фабера нажимаются тѣ или другія клавиши, движенія которыхъ черезъ посредство рычаговъ сообщаются соотвѣствующимъ частямъ говорящаго аппарата машины.

Попробуемъ теперь для примѣра наблюсти наше произношеніе звуковъ **п**, **б** и **м** и посмотримъ, какимъ образомъ достигается произношеніе этихъ звуковъ говорящею машиною.

При произнесеніи звука **п** губы прижимаются одна къ другой и полость рта надувается воздухомъ, который становится по мѣрѣ надуванія болѣе и болѣе плотнымъ, болѣе и

болѣе упругимъ. Съ увеличеніемъ напора воздуха усиливается соотвѣтственно и сжатіе губъ, что мы замѣчаемъ посредствомъ мускульнаго чувства въ послѣднихъ. Но при такихъ условіяхъ напирающій воздухъ, очевидно, не можетъ разорвать губнаго сжатія. Взрывъ производится тѣмъ, что напряженіе губъ начинаетъ разслабляться, вслѣдствіе чего воздухъ тотчасъ же вырывается и производитъ звукъ п. Легко замѣтить, что и при произнесеніи звуковъ б и м происходитъ подобное же сжатіе губъ. Спрашивается, чѣмъ же обусловливается различіе между разсматриваемыми звуками? При произнесеніи п гортань не производитъ никакого звука, токъ воздуха без шума проходитъ черезъ широко раскрытую голосовую щель. Ощущеніе звука п мы получаемъ отъ непеpіодическихъ колебаній воздуха, вызванныхъ взрывомъ губъ. При произнесеніи б тоже происходитъ взрывъ губъ, чрезъ что воздухъ приходитъ въ неритмическое движеніе,—такъ же, какъ при произнесеніи звука п. Разница заключается въ томъ, что при произнесеніи п только и происходитъ непеpіодическое колебаніе воздуха, между тѣмъ какъ при произнесеніи б происходитъ смѣшеніе непеpіодическихъ колебаній, обусловленныхъ взрывомъ губъ и періодическаго движенія, вызваннаго въ воздухѣ вибраціями голосовыхъ связокъ (при произнесеніи звука б достаточно натянутыя голосовыя связки касаются или почти касаются одна другой и токъ воздуха приводитъ ихъ въ періодическія сотрясенія). Если звуки п и б ощущаются нами какъ близкіе одинъ къ другому, то это благодаря одинаковости шума; но только звукъ п есть шумъ, а звукъ б, такъ сказать,—тоношумъ. Приложивши палецъ къ гортани, мы ощущаемъ при произнесеніи б дрожаніе гортани, такъ какъ вибраціи голосовыхъ связокъ сообщаются хрящевому остову гортани; при произнесеніи же п мы ощущаемъ отсутствіе дрожанія, спокойное состояніе гортани, такъ какъ воздухъ при этомъ безъ шума проходитъ че-

резъ широко раскрытую голосовую щель. При произнесеніи звука **м** мы замѣчаемъ дрожаніе гортани такъ же, какъ при произнесеніи **б**; чѣмъ же производится особенность звука **м**? Звукъ **м** произносится съ носовымъ оттѣнкомъ, звуки же **п** и **б**—безъ носоваго оттѣнка. Это различіе обусловливается дѣйствіемъ мягкаго неба: мягкое небо, совершая движеніе къ задней стѣнкѣ глотки, является, такъ сказать, привратникомъ, то впускающимъ выдыхаемый воздухъ въ полость носа, то отражающимъ въ полость рта.—Въ говорящей машинѣ Фабера для разсмотрѣнныхъ нами трехъ звуковъ имѣется только одна клавиша для звука **б**; но за то имѣются два приспособленія: одно изъ нихъ открываетъ гортань, что необходимо для произнесенія такихъ звуковъ, какъ **п**; другое приспособленіе служитъ для отодвиганія пластинки, закрывающей носовую полость, что требуется для произнесенія носовыхъ звуковъ, напр. **м.** Не могу не упомянуть здѣсь объ остроумномъ опытѣ г. Ф а б е р а. На носовое отверстіе кладется пластинка бумаги, закрывающая это отверстіе; она лежитъ непотревоженной, пока произносятся звуки неносовые, и немедленнно слетаетъ при произнесеніи носовыхъ звуковъ.

Кто хотя нѣсколько знакомъ съ практическою механикой, тотъ легко пойметъ, что для того чтобы искусственно подражать простымъ движеніямъ органовъ произношенія, требуется уже довольно сложный механизмъ. Какова же должна быть сложность искуственнаго механизма, съ помощью котораго можно было бы въ точности воспроизводить все разнообразіе движеній органовъ произношенія! Вотъ почему устройство говорящей машины Фабера не вполнѣ одинаково съ устройствомъ человѣческаго органа рѣчи. Въ этой говорящей машинѣ губы и языкъ не имѣютъ такой подвижности, какъ у человѣка. Вотъ почему изобрѣтатель машины долженъ былъ въ надставной

трубѣ помѣстить вертикально одну за другою шесть металлическихъ довольно толстыхъ діафрагмъ, которыя могутъ подниматься и опускаться на различную высоту, при чемъ эти движенія діафрагмъ разнообразно комбинируются другъ съ другомъ. Благодаря этому, надставная труба въ говорящей машинѣ принимаетъ различную величину и форму и различно модифицируетъ (оттѣняетъ), звуки, болѣе или менѣе подобно звукамъ человѣческой рѣчи. Звукъ р въ говорящей машинѣ Фабера производится дрожаніемъ не языка, а пластинки, помѣщенной за гортанью передъ устьемъ мѣха.

Если говорящая машина Фабера нѣкоторые звуки русскаго языка произноситъ несовершенно, то при этомъ нужно имѣть въ виду не одно несовершенство машины, но также и то, что изобрѣтатель ея имѣлъ въ виду прежде всего звуки роднаго языка, которые могутъ болѣе или менѣе отличаться отъ соотвѣтствующихъ звуковъ русскаго языка.

Подробности устройства говорящей машины Фабера можно найти въ сочиненіи: Д ю М о н с е л ъ Телефонъ, микрофонъ и фонографъ. Перев. съ франц. (1880) стр. 307—315.

Скажу теперь нѣсколько словъ о тѣхъ *улучшеніяхъ*, которыя мнѣ кажутся возможными какъ въ отношеніи самаго устройства говорящей машины, такъ и въ отношеніи исполненія произношенія лицами, заставляющими говорить машину.

Мѣхи въ машинѣ одни и имѣютъ приводъ съ педалью, на которую долженъ дѣйствовать ногою играющій на клавіатурѣ. Мнѣ кажется, лучше было бы снабдить машину двумя мѣхами для того, чтобы производить токъ воздуха любой продолжительности; ими должно дѣйствовать другое лицо, а не то, которое играетъ на клавишахъ. Путемъ упражненія будетъ достигнуто согласіе въ исполненіи произношенія.

Язычкомъ въ гортани говорящей машины служитъ весьма тонкая пластинка изъ слоновой кости на тонкой каучуковой подкладкѣ. Все же голосъ машины крикливый. Значитъ, требуется нѣкоторое усовершенствованіе язычковаго аппарата гортани.

Произношеніе машины монотонно; но это зависитъ отъ игры лицъ, заставляющихъ ее говорить. Вслушиваясь въ наше произношеніе, напр. слова

па́па́,

не трудно замѣтить, что гласный а ударенпаго слога продолжительнѣе и сильнѣе гласнаго а неударенпаго слога. Чтобы сдѣлать произношеніе машины болѣе сильнымъ, слѣдуетъ энергичнѣе дѣйствовать мѣхами; чтобы сдѣлать произношеніе болѣе продолжительнымъ, нужно болѣе продолжительное нажатіе соотвѣтствующей клавиши. Далѣе, въ нашей рѣчи мѣняется высота тона; въ говорящей машинѣ имѣется приспособленіе для повышенія и пониженія голоса; этимъ приспособленіемъ и слѣдуетъ пользоваться при произношеніи фразъ.

Если только будетъ найденъ способъ устраивать машины, которыя бы совершенно точно подражали движеніямъ органовъ произношенія или звукамъ человѣческой рѣчи, то такія *говорящія машины будутъ весьма важны для лингвистики*. Дѣло въ томъ, что произношеніе измѣняется во времени; а потому такія совершенныя говорящія машины, сохраняясь въ теченіи вѣковъ, были бы памятниками древняго произношенія.

Впрочемъ, *наука о языкѣ можетъ болѣе или менѣе точно сохранять древнее произношеніе и другими способами*, не

говоря уже объ общепринятомъ правописаніи и научно-фонетическомъ письмѣ, напр:

1. Мнѣ кажется, возможно достигнуть способа добывать, такъ сказать, *точную модель надставной трубы*, свойственной разнымъ звукамъ.

2. *Метода окрашиванія*, состоящая въ слѣдующемъ: языкъ на́-сухо вытираютъ, покрываютъ густымъ слоемъ туши и артикулируютъ (совершаютъ движеніе) для произнесенія извѣстнаго звука; отпечатки на небѣ артикуляцій языка срисовываются. См.: 1) Oakley-Coles (Transactions of the odontological society of Great Britain IV. N. Ser. 110) 1871; 2) Gavarret Phonation, Audition (1877) стр. 402; 3) Grützner ук. соч. (имѣются рисунки отпечатковъ для **l**, **r**, **s**, **š** на стр. 204, 207, 219, 221); 4) Techmer Phonetik. Zur vergleichenden Physiologie der Stimme und Sprache (1880) стр. 30; рисунки см. Altas tab. IV; 5) Sievers Grundzüge der Phonetik (1881)[2] примѣч. на стр. 46—47.

3. *Графическая метода*. Къ губамъ прилаживается шарниръ, ножки котораго раздвигаются и сближаются соотвѣтственно движенію губъ; движенія ножекъ передаются Марееву барабану и записываются. Въ полость носа вводится каучуковая трубка; сгущеніе воздуха, при опущеніи небной занавѣски подобнымъ же образомъ записывается. Къ гортани прикрѣпляется электрическій аппаратъ; дрожаніе гортани передается электрическому аппарату и тоже записывается. См.: 1) Rosapelly Inscription des mouvements phonétiques (въ Physiologie expérimentale, Travaux du laboratoire de M. Marey II (1876) стр. 109—131); 2) Grützner ук. соч. стр. 200.

и мн. др.

Было бы весьма желательно, чтобы такимъ путемъ была обработана *физіологія звуковъ русскаго языка* и изданъ *атласъ.* Такой трудъ былъ бы драгоцѣннымъ вкладомъ и въ сравнительную антропофонику. Такія изслѣдованія имѣли бы также практическое значеніе, облегчая точное усвоеніе произношенія чужихъ языковъ. Въ заключеніе позволю себѣ высказать мысль, что возможность примѣнять объективныя средства при изслѣдованіи рѣчи, возможность записывать движенія органовъ произношенія и изслѣдовать чисто акустическую сторону рѣчи, — все это указываетъ на то, что *произношеніе можетъ быть измѣряемо*; значитъ возможно и желательно *примѣненіе математики къ лингвистикѣ*, что придастъ точность наукѣ о языкѣ.

**В. Богородицкій.**